

UDDEHOLM CALDIE

UN ENVIRONNEMENT EN PLEINE EVOLUTION

De nouveaux aciers de production plus exigeants apparaissent en permanence dans l'industrie. L'introduction des aciers de pointe à haute limite d'élasticité (AHSS) nécessite des outils capables de résister à des niveaux de contrainte plus élevés, et capables de résister à plus d'usure abrasive ou adhésive. Dans la mesure où il est souvent nécessaire de revêtir les outils, l'acier doit être de très bonne qualité pour que les différents types de dépôts soient efficaces.

LA SOLUTION AUX PROBLEMES

L'Uddeholm Caldrie est la première nuance refondue (ESR) développée spécifiquement pour les applications de travail à froid les plus sévères. Ses propriétés exceptionnelles de résistance à la compression, à l'écaillage et à la casse sont dues à une composition chimique bien équilibrée et à une micro-structure propre et homogène. Avec un traitement thermique adapté et compte tenu de sa haute résistance à la fatigue, l'Uddeholm Caldrie constitue un très bon support aux revêtements de surface.

UN ACIER A OUTILS UNIVERSEL

L'ensemble des propriétés de l'Uddeholm Caldrie comprend également une excellente soudabilité, une aptitude à la trempe dans la masse et une très bonne usinabilité. Ce qui veut dire que l'Uddeholm Caldrie offre des avantages multiples : outillages moins chers, sécurité lors de la production et maintenance facilitée, particulièrement pour les outils d'emboutissage les plus volumineux.

Ces informations sont basées sur l'état actuel de nos connaissances et sont destinées à donner des indications générales sur nos produits et leurs utilisations. Elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme une garantie de propriétés spécifiques du produit décrit, ni une garantie qu'il soit adapté à une application spécifique.

Classement selon la Directive EU 1999/45/EC
Pour plus d'information, voir nos fiches de données de sécurité (MSDS)

Edition: 3,01.2013

Il arrive fréquemment que la version la plus récente des brochures soit en anglais ; elles sont disponibles sur notre site www.uddeholm.com.



SS-EN ISO 9001
SS-EN ISO 14001

Généralités

Le Uddeholm Caldie est un acier à outil au chrome-molybdène-vanadium qui se caractérise par :

- Une excellente résistance à l'écaillage et à la fissuration
- Une bonne résistance à l'usure
- Une dureté élevée (>60 HRC) après des revenus à haute température
- Une excellente stabilité dimensionnelle au traitement thermique et en service
- D'excellentes propriétés de trempabilité à cœur
- Une usinabilité et une aptitude à la rectification excellentes
- D'excellentes aptitudes au polissage
- De très bonnes aptitudes aux traitements de surface
- Une très bonne résistance au revenu
- D'excellentes propriétés pour l'électro-érosion

Analyse chimique %	C 0,7	Si 0,2	Mn 0,5	Cr 5,0	Mo 2,3	V 0,5
Spécification normalisée	Aucune					
Etat de livraison	Recuit doux à environ 215 HB					
Code couleur	Blanc/gris					

Applications

Le Uddeholm Caldie est particulièrement recommandé pour les outillages de petites et moyennes séries pour lesquelles l'écaillage et/ou la fissuration sont les mécanismes de détérioration qui prédominent et lorsqu'une forte résistance à la compression est nécessaire (dureté supérieure à 60 HRC).

Le Uddeholm Caldie constitue la solution idéale pour les applications sévères de travail à froid pour lesquelles une combinaison de dureté supérieure à 60 HRC et une résistance élevée à la fissuration est de la plus haute importance, par ex. pour le découpage et le formage de tôle en acier à ultra haute résistance mécanique.

Le Uddeholm Caldie est également une très bonne alternative aux applications pour lesquelles un revêtement de surface est souhaitable ou nécessaire.

Exemples :

APPLICATIONS DE TRAVAIL A FROID

- Applications de découpage pour lesquelles une ductilité et une ténacité s'imposent pour éviter tout écaillage/fissuration.
- Opérations de forgeage et de formage à froid pour lesquelles une résistance à la compression alliée une excellente résistance à l'écaillage/à la fissuration s'impose.
- Couteaux
- Molettes de filetages
- Acier adapté aux revêtements de surface

APPLICATIONS

UDDEHOLM COMPONENT BUSINESS

L'Uddeholm Caldie peut être utilisé pour des applications mécaniques qui nécessitent à la fois une résistance à la compression et une résilience/tenacité très élevées. Les couteaux de broyage de matières plastiques et métalliques et les molettes de formage constituent de bons exemples d'application.

Propriétés

Les propriétés ci-dessous sont représentatives d'échantillons prélevés au centre de barres aux dimensions suivantes : 203 x 80 et Ø 102 mm. Sauf autre indication contraire, tous les échantillons ont subi une trempe sous gaz à 1025°C dans un four sous vide suivie de 2 revenus à 525°C pendant deux heures pour une dureté de 60–62 HRC.

Propriétés physiques

Trempe et revenu jusqu'à 60-62 HRC.

Température	20°C	200°C	400°C
Densité kg/m ³	7 820	–	–
Module d'élasticité MPa	213 000	192 000	180 000
Coefficient de dilatation thermique par °C à partir de 20°C	–	11,6 x 10 ⁻⁶	12,4 x 10 ⁻⁶
Conductivité thermique W/m °C	–	24	28
Chaleur spécifique J/kg°C	460	–	–

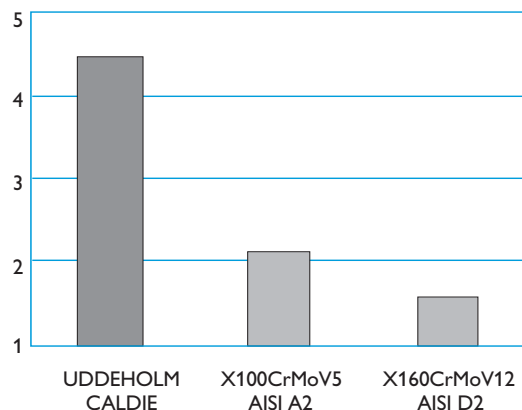
Résistance à la compression

La résistance à la compression approximative par rapport à la dureté est analysée dans le tableau ci-dessous.

Dureté HRC	Limite de résistance à la compression Rc0,2 (MPa)
58	2230
60	2350
61	2430

Résistance à l'écaillage

La résistance relative à l'écaillage pour le Uddeholm Caldie, l'X100CrMoV5 (AISI A2) et l'X160CrMoV12 (AISI D2) figure ci-dessous.



Traitement thermique

Recuit doux

Protéger l'acier et chauffer à cœur à 820°C. Maintenir à température pendant une durée liée aux dimensions de l'outils. Refroidir ensuite dans le four à raison de 10°C/h jusqu'à 650°C, puis à l'air libre.

Recuit de détente

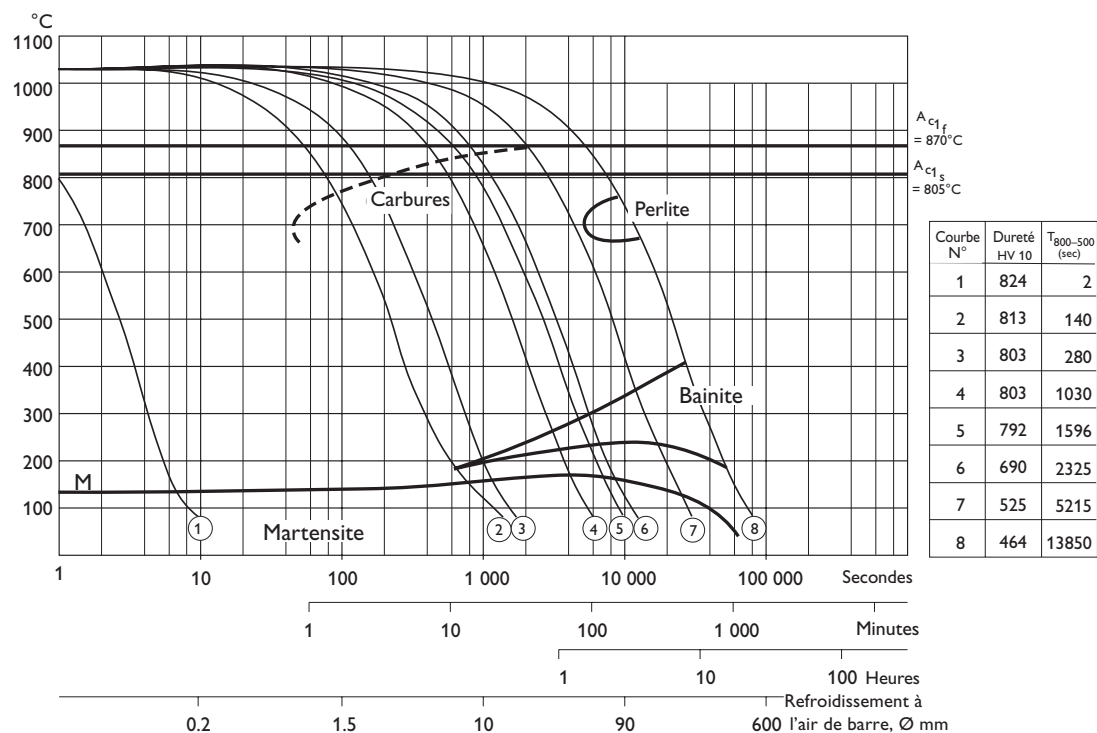
Après ébauche, l'outil doit être chauffé à cœur à 650°C, temps de maintien : 2 heures. Refroidir lentement jusqu'à 500°C, puis à l'air libre.

Trempe

Température de pré-chauffe : 600–650°C et 850–900°C. Pour de gros outillages, une troisième pré-chauffe est conseillée.
Température d'austénitisation : 1000–1025°C, généralement 1020°C, et 1000°C pour de gros outils.
Temps de maintien à température : 30 minutes
L'outil devra être protégé de la décarburation et de l'oxydation.

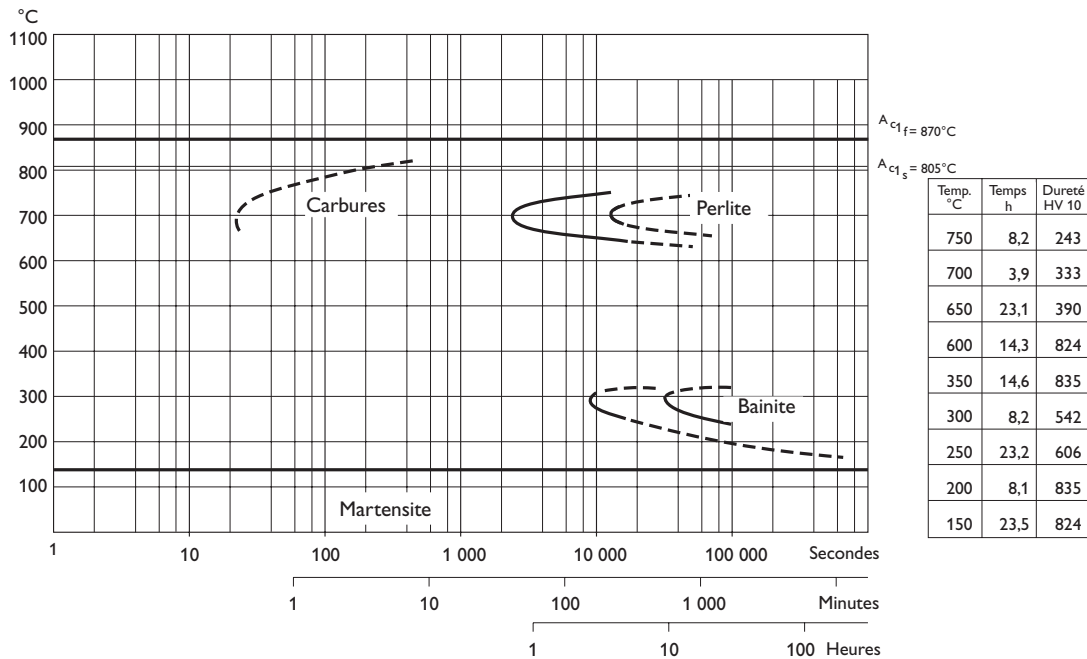
COURBE TRC

Température d'austénitisation 1025°C Temps à température 30 minutes



COURBE TTT

Température d'austénitisation 1025°C Temps à température : 30 minutes



Revenu

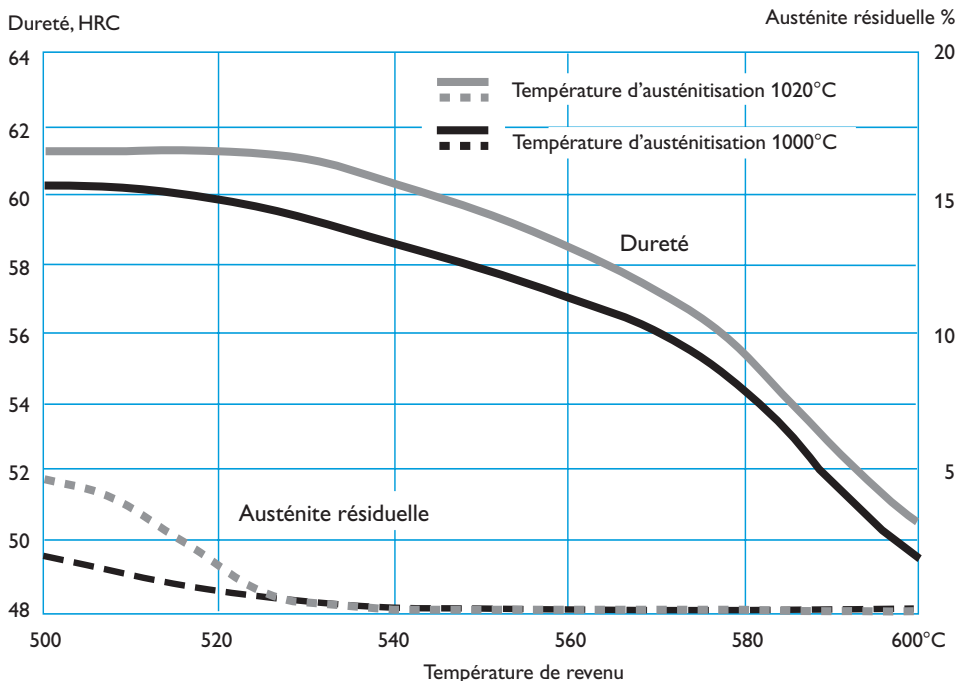
Sélectionner la température de revenu en fonction de la dureté recherchée en consultant le graphique de revenu ci-dessous. Effectuer au moins deux revenus avec un refroidissement intermédiaire à température ambiante. La température de revenu la plus basse qu'il faudra utiliser est de 525°C. Le temps de maintien minimal à température est de 2 heures.

Milieu de trempe

- Gaz à vitesse élevée/atmosphère circulante
- Four sous vide (flux de gaz à vitesse élevée à une surpression suffisante)
- Bain de trempe étagée à 500–550°C
- Bain de trempe étagée à environ 200–350°C

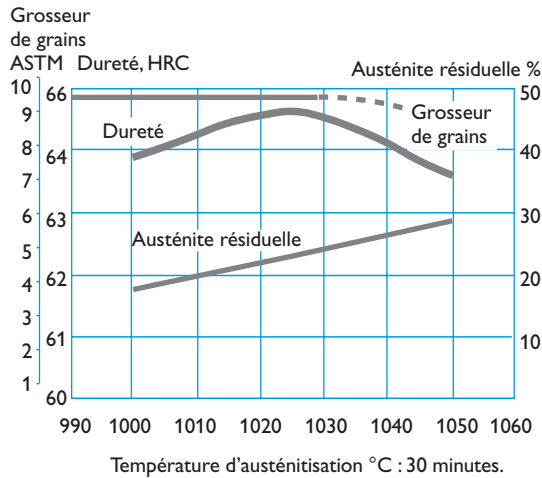
Remarque : L'outil doit subir un revenu dès que sa température atteint 50–70°C

COURBE DE REVENU



Les courbes de revenus ci-dessous correspondent à des échantillons de dimensions 15 x 15 x 40 mm trempés sous air pulsé. On peut s'attendre à des valeurs de dureté inférieures pour des outils et des moules, selon leurs dimensions et les conditions de traitement thermique.

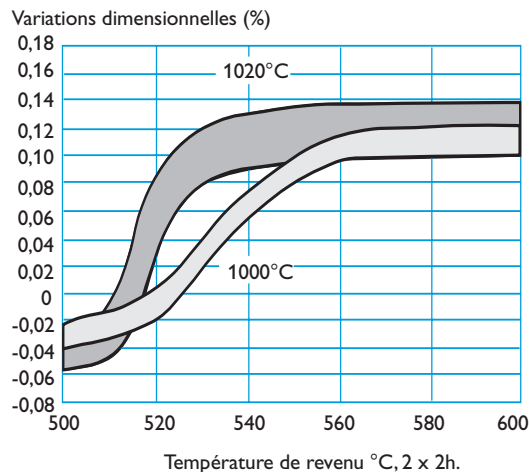
DURETE, GROSSEUR DE GRAINS ET AUSTENITE RESIDUELLE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE D'AUSTENITISATION



Variations dimensionnelles

Les variations dimensionnelles ont été mesurées après austénitisation à 1000°C / 30 minutes ou 1020°C / 30 minutes suivie d'une trempe sous gaz (N₂) avec une vitesse de refroidissement de 1,1°C/s entre 800–500°C en four sous vide à chambre froide.

Dimension de l'échantillon : 100 x 100 x 100 mm. Les courbes donnent les valeurs minimales et maximales de déformation dans les 3 directions.



Traitements de surface

Certains aciers d'outillage à froid peuvent subir un traitement de surface de façon à réduire le frottement et à augmenter la résistance à l'usure de l'outillage. Les traitements le plus fréquemment utilisés sont la nitruration et le revêtement de surface avec une couche anti-usure élaborée par procédé PVD ou CVD.

La dureté et la ténacité élevées associées à une excellente stabilité dimensionnelle permettent au Uddeholm Caldrie d'être un bon support pour différents revêtements de surface.

Nitruration et nitrocarburation

La nitruration et la nitrocarburation permettent un durcissement de la couche superficielle qui devient très résistante à l'usure et au collage.

La dureté superficielle après nitruration est d'environ 1000–1200 HV_{0,2kg}. Il faudra choisir une épaisseur adaptée à l'application considérée.

PVD

Dépôt physique en phase vapeur, le procédé PVD permet d'appliquer des revêtements de surface anti-usure à des températures situées entre 200 et 500°C.

CVD

Dépôt chimique en phase vapeur, on utilise le procédé CVD pour appliquer des revêtements de surface anti-usure à une température voisine de 1000°C.

Conseils d'usinage

Les valeurs d'usinage ci-dessous sont données à titre indicatif et doivent être adaptées aux conditions locales d'usinage en vigueur. Pour de plus amples informations, consulter la brochure Uddeholm « Conseils d'usinage ».

Les paramètres d'usinage des tables suivantes sont valables pour Uddeholm Caldie à environ 215 HB.

Tournage

Paramètres d'usinage	Tournage carbure		Tournage à l'acier
	Ebauche	rapide Finition	Finition
Vitesse de coupe (v_c) m/mn.	140–190	190–240	15–20
Avance (f) mm/tour	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profondeur de passe (a_p) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Désignation ISO du carbure	P20–P30 Carbure revêtu	P10 Carbure revêtu ou cermet	–

Perçage

FORET HELICOÏDAL EN ACIER RAPIDE

Diamètre du foret mm	Vitesse de coupe (v_c) m/mn.	Avance (f) mm/tour
– 5	15–20*	0,05–0,10
5–10	15–20*	0,10–0,20
10–15	15–20*	0,20–0,30
15–20	15–20*	0,30–0,35

* Pour les forets en acier rapide revêtus $v_c = 35–40$ m/mn.

FORETS CARBURES

Paramètres d'usinage	Type de foret		
	Pastille amovible	Carbure monobloc	Carbure brasé ¹⁾
Vitesse de coupe m/mn.	160–200	110–140	60–90
Avance (f) mm/tour	0,05–0,15 ²⁾	0,10–0,25 ³⁾	0,15–0,25 ⁴⁾

¹⁾ Foret avec pastille carbure brasée ou interchangeable

²⁾ Avance pour des diamètres de forets de 20 à 40 mm

³⁾ Avance pour des diamètres de forets de 5 à 20 mm

⁴⁾ Avance pour des diamètres de forets de 10 à 20 mm

Fraisage

DRESSAGE – SURFAÇAGE

Paramètres d'usinage	Fraisage aux carbures	
	Ebauche	Finition
Vitesse de coupe (v_c) m/mn.	130–160	160–200
Avance (f_z) mm/dent	0,2–0,4	0,1–0,2
Profondeur de passe (a_p) mm	2–4	0,5–2
Désignation ISO du carbure	P20–P40 Carbure revêtu	P10–20 Carbure revêtu ou cermet

FRAISAGE EN BOUT

Paramètres d'usinage	Type de fraisage		
	Carbure monobloc	Pastille amovible en carbure	Acier rapide
Vitesse de coupe (v_c) m/mn.	110–140	100–140	18–23 ¹⁾
Avance (f_z) mm/dent	0,01–0,20 ²⁾	0,06–0,20 ²⁾	0,01–0,30 ²⁾
Désignation ISO du carbure	–	P20–P30	–

¹⁾ Avec fraise revêtu en acier rapide $v_c = 32–38$ m/min.

²⁾ En fonction de la profondeur radiale d'usinage et du diamètre de fraise

Rectification

Nous donnons ci-dessous des conseils d'ordre général pour les meules. Pour de plus amples informations, consulter la brochure d'Uddeholm « Rectification de l'acier à outil ».

MEULES PRECONISEES

Type de rectification	Etat recuit doux	Etat trempé
Meule tangentielle de Rectification plane	A 46 HV	A 46 HV
Rectification plane à segments	A 24 GV	A 36 GV
Rectification cylindrique	A 60 KV	A 60 KV
Rectification intérieure	A 46 JV	A 60 IV
Rectification de profils	A 100 KV	A 120 JV

Soudage

Le soudage d'éléments d'outillages peut s'effectuer avec des résultats acceptables, si des précautions appropriées sont prises lors de la préparation du joint, de choix du métal d'apport, du préchauffage de l'outil, du refroidissement contrôlé de l'outil et du traitement thermique après soudage. Les indications qui suivent résument les paramètres les plus importants pour le procédé de soudage.

Pour de plus amples informations, consulter la brochure Uddeholm « Soudage de l'acier à outils ».

Méthode de soudage	TIG	SMAW
Température de préchauffage	200–250°C	200–250°C
Métal d'apport	Caldie TIG-Weld UTP A696 UTP ADUR600 UTPA 73G2	UTP 69 UTP 67S UTP 73G2
Température max. entre passes	400°C	400°C
Refroidissement post soudure	20–40°C/h pendant les 2 premières heures puis à l'air libre	
Dureté après soudage	54–62 HRC	55–62 HRC
<i>Traitement thermique après soudure</i>		
État trempé	Revenu à 510°C pendant 2 heures	
État de recuit doux	État de recuit doux selon les « Recommandations pour le traitement thermique ».	

Les petites retouches peuvent être effectuées à température ambiante à l'aide du procédé TIG.

Electro-érosion

Si l'on a recours à l'électro-érosion à l'état trempé et revenu, terminer par une « érosion fine », c'est-à-dire à courant faible et à haute fréquence.

Pour un meilleur résultat, la surface usinée par électro-érosion devra ensuite être rectifiée/polie et l'outil soumis à un revenu supplémentaire à une température inférieure de 25°C à celle de la température initiale de revenu.

Pour de plus amples informations, consulter la brochure Uddeholm « Electro-érosion de l'acier à outil ».

Trempe au chalumeau

Utiliser un équipement oxyacétylénique avec une capacité de 800–1250 l/h.

Pression d'oxygène 2,5 bar, pression d'acétylène 1,5 bar. Régler pour avoir une flamme neutre. Température: 980–1020°C. Refroidir à l'air libre. La dureté en surface sera de 58–62 HRC et 41 HRC (400 HB) à une profondeur de 3–3,5 mm.

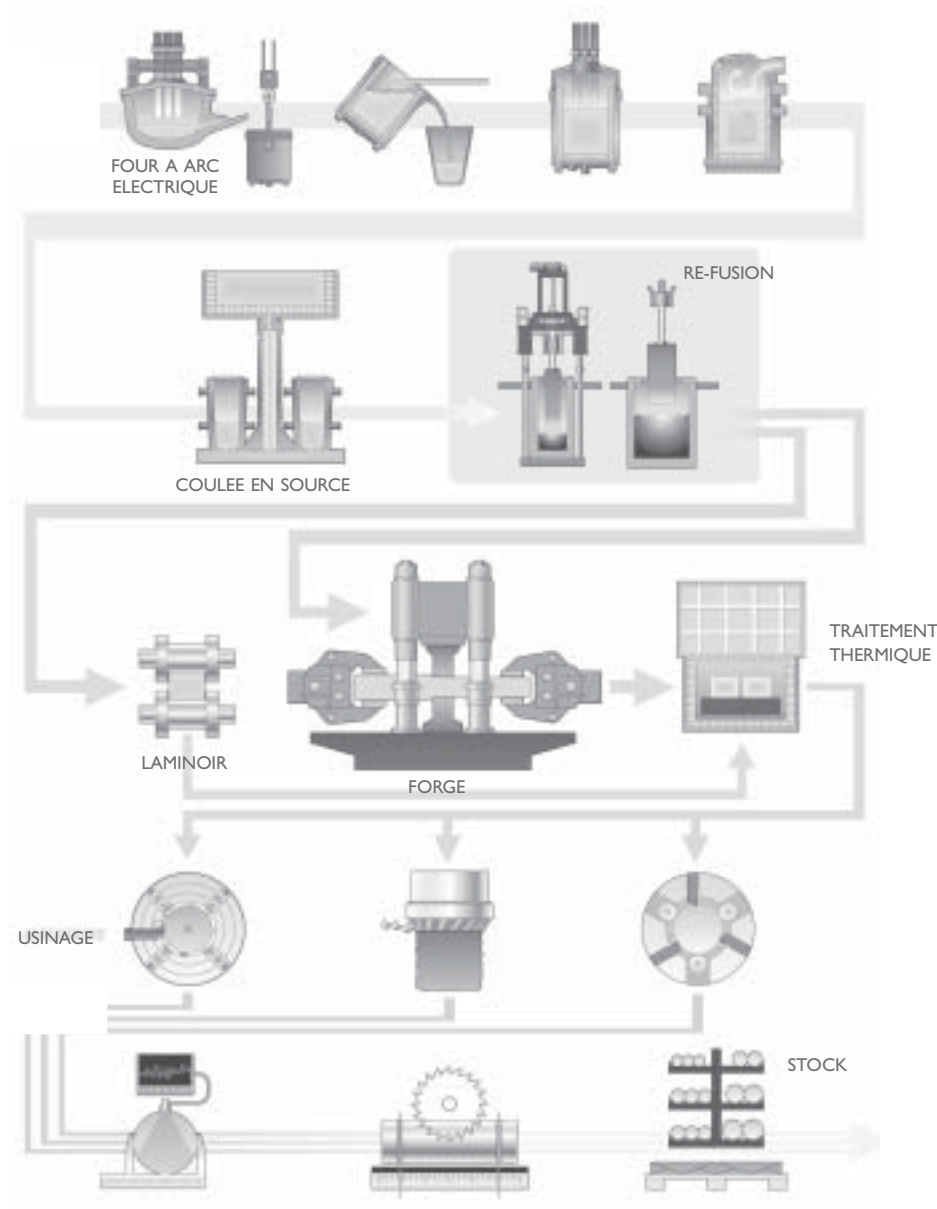
Comparaison des différents aciers à outils Uddeholm pour travail à froid

Propriétés des matériaux et résistance aux mécanismes de détérioration

Nuance Uddeholm	Dureté/ Résistance à la déformation plastique	Usinabilité	Aptitude à la rectification	Stabilité dimensionnelle	Résistance à		Résistance à la fissuration par fatigue	
					Usure par abrasion	Usure par adhésion	Résilience/ Résistance à l'écaillage	Ténacité/ Résistance à la rupture
ARNE	■	■	■	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■	■	■	■	■	■	■
CALDIE (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
RIGOR	■	■	■	■	■	■	■	■
SLEIPNER	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 21	■	■	■	■	■	■	■	■
SVERKER 3	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 4 EXTRA	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 6	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 10	■	■	■	■	■	■	■	■
VANADIS 23	■	■	■	■	■	■	■	■
VANCRON 40	■	■	■	■	■	■	■	■

Pour de plus amples informations

N'hésitez pas à contacter votre agence Uddeholm locale qui vous informera sur le choix, les traitements thermiques, les applications et la disponibilité des aciers à outils Uddeholm.



Les grandes étapes de l'élaboration des aciers à outils

La matière première à l'origine de nos aciers à outils est rigoureusement sélectionnée à partir de ferrailles d'acier recyclé. Complété par des éléments d'alliages en présence d'un laitier, cet acier recyclé est fondu dans un four électrique à arc. Le mélange est coulé dans une poche.

Après la désoxydation, le décarburage permet d'éliminer le laitier chargé d'oxydes tandis que l'ajustement de la composition et le réchauffage du bain sont effectués dans le four à poche. Puis, le dégazage sous vide élimine les éléments tels que l'hydrogène, l'azote et le soufre.

LA REFUSION SOUS LAITIER

Lors de la coulée en source, le métal en fusion est transféré sous flux contrôlé depuis la poche de coulée vers les lingotières.

L'acier peut ensuite être directement laminé ou forgé, mais aussi passer par nos fours ESR ou nos nuances les plus sophistiquées sont refondues sous laitier électroconducteur. Les lingots provenant de l'aciérie agissent comme des électrodes consommables refondues à travers un laitier porté à haute température. Rapidement solidifié et refroidi sous

atmosphère protectrice, le nouveau lingot formé présente une grande homogénéité sans aucune macro ségrégation ainsi qu'un haut niveau de propreté.

TRAVAIL A CHAUD

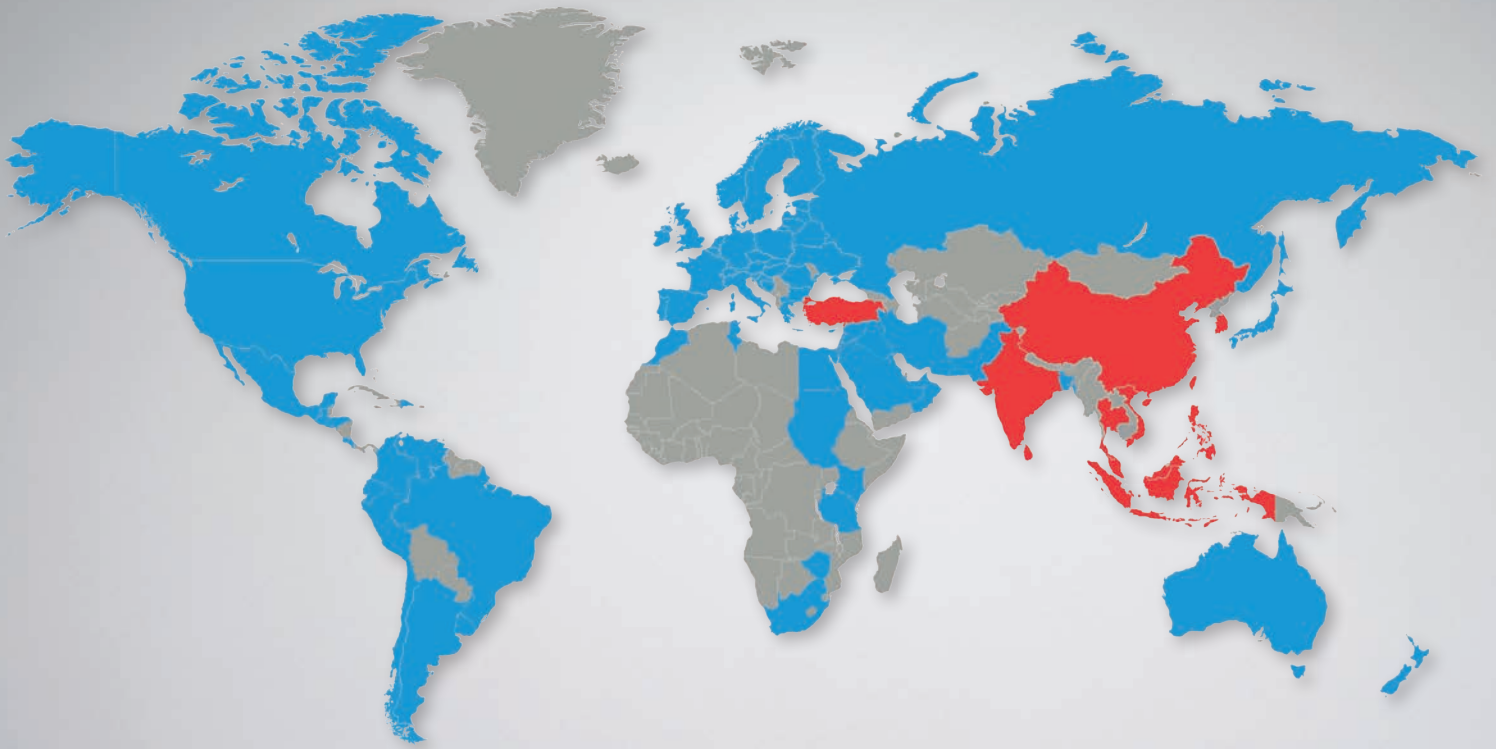
Après la re-fusion sous laitier, les lingots rejoignent le laminoir ou la presse à forger pour être transformés en barres rondes ou prismatiques.

Avant livraison, toutes les barres sont ensuite soumises à un traitement thermique de recuit d'adoucissement ou de trempe et revenu. Ces opérations confèrent aux aciers des propriétés de dureté et de tenacité bien équilibrées.

USINAGE

Avant la mise en stock, les barres sont usinées afin d'obtenir les dimensions voulues et des tolérances exactes. Lors de l'usinage au tour des formats de grand diamètre, la barre est en rotation et l'outil de coupe est fixe. Pour l'écroutage des plus petites dimensions, l'outil de coupe tourne autour de la barre.

Puis, toutes nos barres sont contrôlées aux ultras sons afin de sécuriser notre qualité et de garantir l'intégrité de nos aciers. Tout défaut détecté conduit alors à l'élimination de la portion de barre défectueuse.



Réseau d'excellence

UDDEHOLM est présent sur tous les continents. Vous avez ainsi la garantie de disposer partout dans le monde, d'un acier suédois de qualité et d'un service proche de vos activités. ASSAB est notre canal commercial exclusif et représente Uddeholm dans la région asiatique du Pacifique. Ensemble, nous préservons notre position de leader mondial des matériaux d'outillage.

UDDEHOLM est le leader mondial des matériaux d'outillage. C'est en améliorant sans relâche la rentabilité de nos clients que nous avons pu atteindre cette position. Une longue tradition alliée à une recherche-développement intensive met Uddeholm en mesure de résoudre tous les problèmes d'outillage. Les difficultés sont nombreuses, mais le jeu en vaut la chandelle : être votre principal fournisseur d'acier d'outillage.

Notre présence sur tous les continents est pour vous une garantie de qualité supérieure quelle que soit votre situation géographique. ASSAB est notre canal commercial exclusif et représente Uddeholm dans la région asiatique du Pacifique. Ensemble, nous préservons notre position de leader mondial des matériaux d'outillage. Cette présence mondiale signifie qu'il y a toujours un représentant Uddeholm/ASSAB à votre service dans votre région. Pour nous, c'est une question de confiance, dans nos partenariats à long terme comme pour la mise au point de nouveaux produits. Et la confiance, cela se mérite – jour après jour.

Pour plus d'informations, vous pouvez aller sur le site www.uddeholm.com, www.assab.com ou notre site francophone.